

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-120085

(43)Date of publication of application : 23.04.2002

(51)Int.Cl. B23K 35/26
C22C 13/00
C22C 13/02
H05K 3/34

(21)Application number : 2000-311943

(71)Applicant : H TECHNOL GROUP INC
SINGAPORE ASAHI CHEM & SOLDER IND
PTE LTD

(22)Date of filing : 12.10.2000

(72)Inventor : JENNIE S FAN
ZENFEN GUO

(54) LEAD-FREE SOLDER ALLOY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lead-free solder alloy having the characteristics of high strength, high fatigue resistance and high wettability.

SOLUTION: This lead-free solder alloy has a melting temperature lower than 215° C and is substantially composed of 76 to 96% tin, 0.2 to 2.5% copper, 2.5 to 4.5% silver and >0 to 12% indium.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 10.06.2003

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection] 2003-17441[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection] 08.09.2003

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-120085

(P2002-120085A)

(43) 公開日 平成14年4月23日 (2002.4.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト [*] (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	
13/02		13/02	
H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-311943 (P2000-311943)

(22) 出願日 平成12年10月12日 (2000.10.12)

(71) 出願人 598002383

エイチテクノロジー・グループ、イン
コーポレイテッド

アメリカ合衆国オハイオ州44139、クリー
ブランド、ナイマン・パークウェイ 5325

(74) 代理人 230101177

弁護士 木下 祥平 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉛無含有はんだ合金

(57) 【要約】

【課題】 高強度、高疲れ抵抗及び高濡れ性の特性
を有する鉛無含有はんだ合金を提供すること。

【解決手段】 鉛無含有はんだ合金は、215℃より低
い融解温度を有し、実質的に、76～96%の錫、0.
2～2.5%の銅、2.5～4.5%の銀、及び0より
多く12%までのインジウムからなる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 約215℃より低い液相線融解温度を有する、実質的に、76%から96%のSn、0.2%から2.5%のCu、2.5%から4.5%のAg、及び>0%から12%のInからなる、鉛無含有はんだ合金。

【請求項2】 8%までのInを含む、請求項1の鉛無含有はんだ合金。

【請求項3】 76%から96%のSn、0.2%から1.0%のCu、2.5%から4.5%のAg、及び6%から12%のInからなる、請求項1の鉛無含有はんだ合金。

【請求項4】 はんだ合金組成物が約87.4%のSn、約0.5%のCu、約4.1%のAg、及び約8%のInからなる、請求項1の鉛無含有はんだ合金。

【請求項5】 はんだ合金組成物が約85.4%のSn、約0.5%のCu、約4.1%のAg、及び約10%のInからなる、請求項1の鉛無含有はんだ合金。

【請求項6】 はんだ合金組成物が約83.4%のSn、約0.5%のCu、約4.1%のAg、及び約12%のInからなる、請求項1の鉛無含有はんだ合金。

【請求項7】 実質的に、76%から96%のSn、0.2%から2.5%のCu、2.5%から4.5%のAg、>0%から12%のIn、及び>0%から2%のSbからなる、鉛無含有はんだ合金。

【請求項8】 約215℃より低い液相線融解温度を有し、実質的に、76%から96%のSn、0.2%から2.5%のCu、2.5%から4.5%のAg、>0%から12%のIn、及び0.5%から5.0%のBiからなる、鉛無含有はんだ合金。

【請求項9】 実質的に、76%から96%のSn、0.2%から2.5%のCu、2.5%から4.5%のAg、>0%から12%のIn、0.5%から5.0%のBi、及び>0%から2%のSbからなる、鉛無含有はんだ合金。

【請求項10】 実質的に、76%から96%のSn、0.2%から2.5%のCu、2.0%から3.5%のAg、及び0.5%から5.0%のBiからなる、鉛無含有はんだ合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本出願は、1998年12月31日に提出された米国特許出願第09/224,323号の一部継続である。本発明は、はんだ付け及びはんだによる相互接合に利用される鉛無含有はんだ合金に関する。より具体的に言えば、本発明は、錫、銅、銀、ビスマス、アンチモン及び/又はインジウムを含み、175℃から215℃の間に融解温度を有する鉛無含有組成物に関する。この合金は、特に、超小型電子工学や電子工学の用途において有効である。

【0002】

【従来技術及びその課題】 電子産業における現在の成功にも拘らず、Pb-Snはんだ合金は、鉛の毒性と地球規模の展望における鉛使用の制限や禁止のために、限られた将来に直面している。その結果、世界的な基盤において、Pb-Snはんだ合金に代わる適した鉛無含有の代替品を見つけるために、多くの研究・開発がなされてきた。その間に、集積回路(IC)とIC実装技術における継続した向上によって必要とされる、はんだ接合に関する高まる性能レベルを満たすために、鉛無含有合金の高強度と高い疲れ抵抗(fatigue resistance)が必要とされている。

【0003】 電子製造技術の階層構造において、はんだ合金は、金属間に望ましいバンドを形成することによって、基質(substrates)の次のレベルにむき出しのチップや実装されたチップを冶金学的に接合するために使用されている。Cu(銅)、Ag(銀)、Au(金)、Pd(パラジウム)、Ni(ニッケル)及びその他の金属表面などの一般的に使用される金属パッドを有する、はんだ合金の瞬時の流れと十分な濡れ(wetting)は、電子システムに受け入れている強くない溶剤(フラックス)を使った高速自動製造工程における、信頼性のあるはんだ合金接合の組成物のための前提条件である。

【0004】 表面実装技術は、現代電子工学を可能にする、より小さく、より密度が高く、より速いプリント基板(PCB)の生産において、決定的な製造技術であった。63Sn(錫)/37PbのPb-Sn共晶はんだは、電子アセンブリ、特に、表面実装プリント基板において最も広く使用される。このはんだは別の重要な物理的性質、すなわち、適度な融解温度、特に、210℃未満をもたらす。共晶組成物を除いた合金の融解温度は、しばしば液相線及び固相線温度によって特定された範囲にある。合金はその固相線温度で軟らかくなり始め、その液相線温度で融解を終える。はんだ付けは、はんだ合金の液相線温度より上の温度で実行されなければならない。

【0005】 表面実装製造環境のための実用的なはんだ付け工程の温度は、はんだ合金の液相線温度より少なくとも25℃くらい上の温度に達することが可能であり、例えば、210℃の液相線温度を有するはんだ合金は最低限として235℃ではんだ付けされるであろう。高すぎる融解温度は、はんだ付けの間、電子装置とポリマーを基にしたPCBを傷つけ、一方、低すぎる融解温度は、はんだ接合の長期の使用に対し信頼性上の問題を生じるので、はんだ合金の融解温度は重要である。FR-4などの典型的なポリマーを基にしたPCBを含む回路基板製造にとって、工程温度は、実質的に240℃を超えることができない。従って、表面実装製造工程において、63Sn/37Pbと機能を取り替えることができる鉛無含有はんだ合金は、215℃未満、好適には約2

100℃の液相線温度を有しなければならない。

【0006】はんだ接合は電気通信、コンピュータ、航空電子工学、及び、自動電子工学等などの電子システムにおいて、電気、熱、及び、機械の相互接合として行われる。耐用年数の間、はんだ接合は、温度変動、電源のオンとオフ、及び／又は厳しい環境状態の結果として必然的に熱応力に晒される。これは、システム中の半導体、セラミック、金属、及び、ポリマーの相互接合された材料における不適当な組み合わせによる熱膨張とともに、はんだ接合の熱的・機械的疲れを招来する。電子配線回路の構成要素の密度がますます高くなり、マイクロプロセッサのクロック速度が常により高い頻度に達し続けるため、電子システムの設計及びそれに使用される材料への明らかな影響の1つは、ますます増加する熱放散の問題を処理することである。

【0007】さらに、各PCB上のはんだ接合の数は増え続ける。PCB上に何千ものはんだ接合が数千或いは数万存在することも珍しくない。しかしながら、如何なるはんだ接合のただ1つの故障もシステムの失敗をもたらす。その結果、はんだ接合の強度と疲れ抵抗に関する要求が高められる。ボールグリッド（格子）配列のような高いピンカウント集積回路（IC）パッケージ、チップスケールパッケージ（CSP）、そして、フリップチップのようなダイレクトチップアタッチ技術における最近の開発は、はんだ合金の疲れ抵抗における高性能をさらに要求する。

【0008】多くの鉛無含有はんだが、当業界において提案されている。これらの鉛無含有合金の概要は、「モダン・ソルダ・テクノロジー・フォー・コンペティティブ・エレクトロニクス・マニファクチュアリング」という本の第15章で概説されている。

【0009】「錫を基にした、鉛無含有、高温、多成分はんだ」に与えられたゴンヤ等の米国特許第5,328,660号は78.4Sn2Ag9.8Bi9.8Inの組成物を説明している。しかしながら、この合金の疲れ抵抗は弱い。

【0010】「鉛無含有Sn-Ag-Cu三元合金の共晶はんだ」に与えられたアンダーソン等の米国特許第5,527,628号は、217℃の融解温度を有する93.6Sn4.7Ag1.7Cuの組成物を説明している。この合金の融解温度はまだ比較的高く、その疲れ抵抗は、中くらいである。

【0011】「合成はんだ」に付与されたルーシー等の米国特許第5,520,752号は、86から97%のSn、0.3から4.5%のAg、0から9.3%のBi、そして、0から5%のCuからなる鉛無含有はんだ合金を説明している。その合金の疲れ抵抗は、中程度であるか或いは低い。

【0012】「改良された機械特性を有する鉛無含有はんだからなる製品」に付与されチェン等の米国特許第5,

538,686号は、173から193℃までの融解温度を有し、70%より多いSn、6から10%のZn、3から10%のIn、10%より少ないBi、5%より多いAg、そして、5%より少ないCuからなる、鉛無含有はんだ合金を説明している。この合金は、電子部品実装及びアセンブリ製造環境下で典型的な基質を濡すことができない。

【0013】「錫、銀、そしてインジウムを含む鉛無含有合金」に与えられたスラッテリー等の米国特許第5,580,520号は、179から189℃までの融解温度を有する、77.2Sn2.8Ag20Inの組成物を説明している。この合金の疲れ抵抗は、低い。

【0014】要約すると、これらの初期の鉛無含有はんだは、それぞれ、電子部品実装とアセンブリの工業において、確かなはんだ接合を形成する際、少なくとも1つの領域が適切に機能しない。

【0015】

【発明の目的】従って、鉛無含有はんだを提供することがこの本発明の主要な目的である。超小型電子工学や電子工学の用途におけるますます不利で厳しい状態に耐えるように、高強度と高い疲れ抵抗をもたらす鉛無含有はんだを提供することが本発明の利点である。

【0016】主流の電子製造の役に立つ適度な融解温度の範囲（175から210℃）を有する鉛無含有はんだを提供することが本発明のさらなる利点である。

【0017】電子製造に受け入れられない溶剤（フラックス）なしに、丈夫で、信頼性のあるはんだ接合を形成するように、超小型電子工学と電子部品製造分野において、Sn、Cu、Ag、Au、Pd、及びNi等の共通の金属基質を容易に濡らすことができる鉛無含有はんだ合金を提供することがさらなる利点である。材料、工程、及び構成要素において、大きな変更を必要としないで、確立した電子製造工程と基礎構造に適應できる鉛無含有はんだを提供することが本発明のさらなる利点である。

【0018】本発明のさらなる目的と利点は、後述される説明に記載されており、その説明によって明らかになるか、又は、本発明の実施によって知られることもあろう。本発明の目的と利点は、特許請求の範囲において特に指摘された手段と組み合わせによって実現され、達成されであろう。

【0019】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、本発明の目的に従って、ここに具体化され広く説明されているよう、本発明のはんだ合金は、主要な成分としてのSnと、有効な量のCu、Ag、Bi、In、及びSbを有している。このはんだは、相溶性のある融解温度、良い濡れ性(wetting ability)、高強度、そして、高い疲れ抵抗を示す。

【0020】

【発明の実施例】本発明の好適実施例に関して説明されるが、本発明をその実施例に限定する意図はないことが理解されるであろう。本発明は、確立されたプリント基板製造の基礎構造との関係で相溶性のある融解温度を有する、高強度、高い疲れ抵抗、及び高い濡れ性の鉛無含有はんだ合金を提供する。本発明のはんだ合金は、約76から96重量%のSn、0.2から2.5重量%のCu、2から4.5重量%のAg、0から12重量%のIn、0から5.0重量%のBi、及び0から2重量%のSbを含む。好適には、その組成物は、少なくとも2.0重量%のInを含むであろう。好適には、その組成物は少なくとも0.5重量%のBiを含むであろう。好適には、その組成物は、0重量%を超えるSbを含むであろう。より好適には、0.01重量%を超えるSbを含むであろう。

【0021】特に好適な形態では、本発明は、約81から93%のSn、0.2から1.0%のCu、2.5から4.5%のAg、及び6から12%のInを含む。本発明のさらなる好適形態では、組成物は、約81から90%のSn、>0から1.0%のCu、2.5から4.5%のAg、6から12%のIn、及び>0%のSbを含む。本発明の代替実施例は、81から85%のSn、>0から1.0%のCu、2.5から4.5%のAg、6%から12%のIn、及び0.5から3.5%のBiを含む組成物である。1つの追加実施例は90から96%のSn、>0から2.5%のCu、2.0から3.5%のAg、及び0.5から5.0%のBiを含む組成物である。説明と特許請求の範囲において、別途、特定されない限り、あらゆる含有比率は重量に基づく。

【0022】適切な割合で組合わされたCuとAgが疲れ抵抗を増加させるだけではなく、融解温度をも下げることが発見されている。本発明の好適な形態では、Cu単独で0.5%が、合金の融解温度を下げるために最も効果的な量である。0.5から2.5%のCuで、合金の融解温度の変化は、1°C以内である。2.5%より多いCuは、溶融状態の流動性を遅くし、キャスティングの欠陥を惹き起こす。例えば、0.5%のCuでの合金(83.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/12In)の融解温度(185-195°C)は、Cuなしの合金(83.9Sn/4.1Ag/12In)の融解温度(190-200°C)より約5°C低い。0.5%のCuでの合金(87.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/8In)の融解温度(195-201°C)は、2%のCuでの合金(87Sn/2Cu/3Ag/8In)の融解温度(195-201°C)と同じである。0.5%のCu単独は、疲れ抵抗を高めるために最も効果的な量である。さらに約2%までCuを増加していくと、可塑性が直線的に低下し、疲れ寿命が指数関数的に低下する。例えば、0.5%のCuでの合金(87.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/8In)の可塑性と疲れ寿命

は、1.6%のCuでの合金(86.1Sn/1.6Cu/4.3Ag/8In)の可塑性よりも206%高く、その疲れ寿命よりも146%高い。0.5%のCuでの合金(83.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/12In)の可塑性と疲れ寿命は、1.5%のCuでの合金(82.4Sn/1.5Cu/4.1Ag/12In)の可塑性より250%高く、その疲れ寿命より174%高い。

【0023】Ag単独で約3%が、合金の融解温度を下げるために最も効果的な量である。3から4.5%のAgでの合金の融解温度の変化は1°C以内である。例えば、3%のAgでの合金(88.5Sn/0.5Cu/3Ag/8In)の融解温度(196-202°C)は、Agなしの合金(91.5Sn/0.5Cu/8In)の融解温度(208-212°C)より約10°C低いが、4.1%のAgでの合金(87.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/8In)の融解温度(195-201°C)と同じである。

【0024】Inの追加は、約12%まで、重量%につき約1.8°Cの割合で融解温度を直線的に低下させる。合金の強度が直線的に低下し、疲れ寿命が約8%までInとともに指数関数的に増加する。8から10%のInは、優れた疲れ抵抗のために最適の量である。例えば、8%のInでの合金(87.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/8In)は、4%のInでの合金(91.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/4In)より6°C低い融解温度、126%高い強度、及び175%高い疲れ寿命を有する。12%のInは、113°Cにおいて、より軟らかいInの第2相の認識可能な発生に重要なポイントとなる。例えば、12%のInでの合金(83.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/12In)は、10%のInでの合金(85.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/10In)より、219%低い疲れ寿命と118%低い強度を有する。

【0025】相対的なより高い容量(6-12%)のInを含む合金は、いくつかの重要な用途に許容できる疲れ抵抗を有する最も低い可能な融解温度のために、Biによってさらに強化されることが可能である。例えば、12%のIn及び2.2%のBiでの合金(82.3Sn/0.5Cu/3Ag/2.2Bi/12In)は、Biを含まない12%のInでの合金(83.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/12In)より、130%高い強度と約2°C低い融解温度(183-193°C)を有する。Biの最大限の可能な含有量は許容できる可塑性と疲れ抵抗のために、5%未満であるべきである。例えば、合金(79.5Sn/0.5Cu/3Ag/5Bi/12In)の可塑性と疲れ寿命は、63Sn/37Pbのそれらより劣るレベルまで著しく低下する。

【0026】融解温度を著しく上げないで、より高い疲れ抵抗を達成するように、Inを含むはんだ合金は、少

量のSb、すなわち、0.5%によってさらに強化されることもできる。例えば、12%のInと0.5%のSbでの合金(84Sn/0.5Cu/3Ag/2.2Bi/12In/0.5Sb)は、Sbを含まない12%のInでの合金(83.4Sn/0.5Cu/4.1Ag/12In)より113%高い強度と160%高い疲れ寿命を有する。しかしながら、Inを含む合金にとって高すぎるSbは、融解温度を高くし、可塑性と疲れ寿命を減少させ、Cuに対する濡れ性を下げるであろう。例えば、12%のInと0.50%のSbでの合金(84Sn/0.5Cu/3Ag/12In/0.5Sb)は、2%のSbでの合金(82.5Sn/0.5Cu/3Ag/12In/2Sb)より、4°C低い融解温度、212%高い可塑性、及び125%高い疲れ寿命を有する。

【0027】根底にあるメカニズムの観点から言うと、Cu、Ag、そして、Sbは、すべて、Snとともに金属間化合物を形成する金属である。CuはCu₆Sn₅粒子を形成し、AgはAg₃Sn粒子を形成し、SbはSnSbの立方晶系粒子を形成する。それらの金属間化合物からなる粒子自体は、Snマトリックスよりもはるかに強く、疲れ亀裂が広がることに対する有効なブロックである。間接的に、多種の金属間化合物粒子が形成されることは、より微細なSnマトリックス粒子構造を仕切ることになる。金属間化合物で誘発された、Snマトリックス中のより微細な粒子は、粒子の境界での滑りを促進し、疲れ寿命を向上させる。

【0028】Inは、代用の溶質原子(solute atom)としてSnマトリックスの結晶格子に入る。In溶質は、より高い疲れ破壊容量(fatigue fracture capacity)をもたらすように、固溶体を補強し、より細かい滑り特性を促進させる。

【0029】Biは、代用の溶質原子としてSnマトリックスの結晶格子に約1重量%まで入る。Biが約1重量%を超えると、Biは第2相粒子として析出するであろう。従って、Biは固溶体補強と析出物補強の両方をもたらす。また、Bi溶質が補強をする部分は、Snマトリックスにおける、より高い疲れ破壊容量のために、より細かい滑り特性をも促進させるはずである。

【0030】2.5から3.5%のAgの容量は、如何なるその他のInを含むシステムのための2.5から4.5%のAgと比べても、Sn/Cu/Ag/Biシステムのはんだ合金にとって重要である。Sn/Cu/Ag/Biシステムの3.5を超えたAgの容量は、合金の脆さを惹き起こす。例えば、3.1%のAgでの合金(93.3Sn/0.5Cu/3.1Ag/3.1Bi)の疲れ寿命は、4.7%のAgでの合金(90.5Sn/1.7Cu/4.7Ag/3.1Bi)よりも約152%高く、可塑性は138%高い。2.5%のAgの容量は優れた疲れ抵抗を提供するための最少限であ

る。2.5%未満では、疲れ抵抗が下がる。例えば、合金93.3Sn/0.5Cu/3.1Ag/3.1Biと92.2Sn/1.5Cu/3.2Ag/3.1Biと91.5Sn/2Cu/3.4Ag/3.1Biの疲れ寿命は、それぞれ2%のAgでの合金(93Sn/2Cu/2Ag/3Bi)のものよりも約538%、366%、及び261%高い。

【0031】しかしながら、如何なるその他のInを含むシステムにおいても、Inは、AgIn₂の金属間化合物、或いは、AgSnInの3元金属間化合物をも形成するように、Agと反応したり、或いは、いくらかのAgを吸収するであろう。従って、如何なるその他のInを含むシステムにおけるAgの最大容量は、良い可塑性と疲れ寿命のために4.5%であることが許容される。如何なるより高い含有量も、融解温度をさらに低下させないが、脆さを増加させるであろう。例えば、同じ融解温度では、合金(84Sn/.5Cu/13Ag/12/.5Sb)の可塑性が、合金(81.1Sn/1.7Cu/4.7Ag/12In/.5Sb)よりも131%高い。

【0032】参考として述べると、63Sn/37Pbはんだの融解温度が約183°Cで測定され、その最大引張強度が47MPaであり、0.2%のひずみでの低周波疲れ寿命が3650サイクルであるものと信じられる。公知のはんだ合金99.3Sn0.7Cuの融解温度、引張強度、及び疲れ寿命は、それぞれ、227°C、24MPa、及び1125サイクル24である。公知のはんだ合金96.5Sn3.5Agの融解温度、引張強度、及び疲れ寿命は、それぞれ、221°C、35MPa、及び4186サイクルである。

【0033】本発明のはんだ合金は、少なくとも50MPa、好適には、60MPaの引張強度、少なくとも約5,000サイクル、好適には、約10,000の0.2%のひずみにおける低周波疲れ寿命、約175から215°C、好適には、210°Cより低い固相線融解温度、約185から215°C、好適には、210°Cより低い液相線融解温度を示す。

【0034】本発明の好適実施例において、約87.4%のSn、0.5%のCu、4.1%のAg、及び8%のInを含むはんだ合金が提供される。その合金は、195°Cから201°Cの間の融解温度を有する。その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、63MPaと17152サイクルである。本発明の疲れ寿命は63Sn/37Pbのものより470%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより134%高い。

【0035】本発明の1つの好適実施例において、約85.4%のSn、0.5%のCu、4.1%Ag、及び10%のInを含むはんだ合金が提供される。その合金は、約194°Cから199°Cの融解温度を有する。その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、66MPaと

17378サイクルである。本発明の合金の疲れ寿命は63Sn37Pbのものより476%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより140%高い。

【0036】本発明の別の好適実施例では、約84%のSn、0.5%のCu、3%のAg、0.5%のSb、及び12%のInを含むはんだ合金が提供される。その合金は、約186°Cから196°Cの融解温度を有する。その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、58MPaと12345サイクルである。本発明の疲れ寿命は63Sn37Pbのものより338%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより123%高い。

【0037】本発明のまた別の好適実施例では、約82.3%のSn、0.5%のCu、3%のAg、2.2%のBi、及び12%のInを含むはんだ合金が提供される。その合金は、約183°Cから193°Cの融解温度を有する。その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、77MPaと8722サイクルである。本発明の疲れ寿命は63Sn37Pbのものより239%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより164%高い。

【0038】本発明のさらに別の好適実施例では、約92%のSn、2%のCu、3%のAg、及び3%のBiを含むはんだ合金が提供される。その合金は、約209°Cから212°Cの融解温度を有する。その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、89MPaと8135サイクルである。本発明の疲れ寿命は63Sn37Pbのものより223%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより189%高い。

【0039】本発明のさらなる別の好適実施例において、約83.4%のSn、0.5%のCu、4.1%のAg、及び12%のInを含むはんだ合金が提供される。その合金は、約185°Cから195°Cの融解温度を有し、その合金の引張強度と疲れ寿命は、それぞれ、56MPaと7,950サイクルである。本発明の疲れ寿命は63Sn37Pbのものより218%高く、引張強度は63Sn/37Pbのものより119%高い。

【0040】上述の各実施例において、濡れバランテスト(図1)によって証明されたとおり、米国規格協会

のANSI-STD-002とANSI-STD-003のような工業規格に関する濡れ力の条件を凌ぎ、瞬時の流れと堅固な接合が起こった。濡れ溶剤(フラックス)は、非活性ロジン、或いは、穏やかな活性ロジン、或いは、ノークリーンのフラックスであった。

【0041】ANSI-STD-002とANSI-STD-003に関する濡れ性、2.0秒(F1)と5.0秒(F2)における濡れ性は4.809mNを超え、最大の濡れ性の2/3に達するための濡れ時間

($t_{2/3}$)は1.0秒もかからないであろう。図1に示された例として、本発明の組成物、82.3%Sn0.5%Cu3%Ag2.2%Bi12%Inのはんだ合金は、

$F1 = 5.98 \text{ mN}$

$F2 = 6.10 \text{ mN}$

$t_{2/3} = 0.72 \text{ 秒}$

ディウェッティング(dewetting)=0%

を示した。

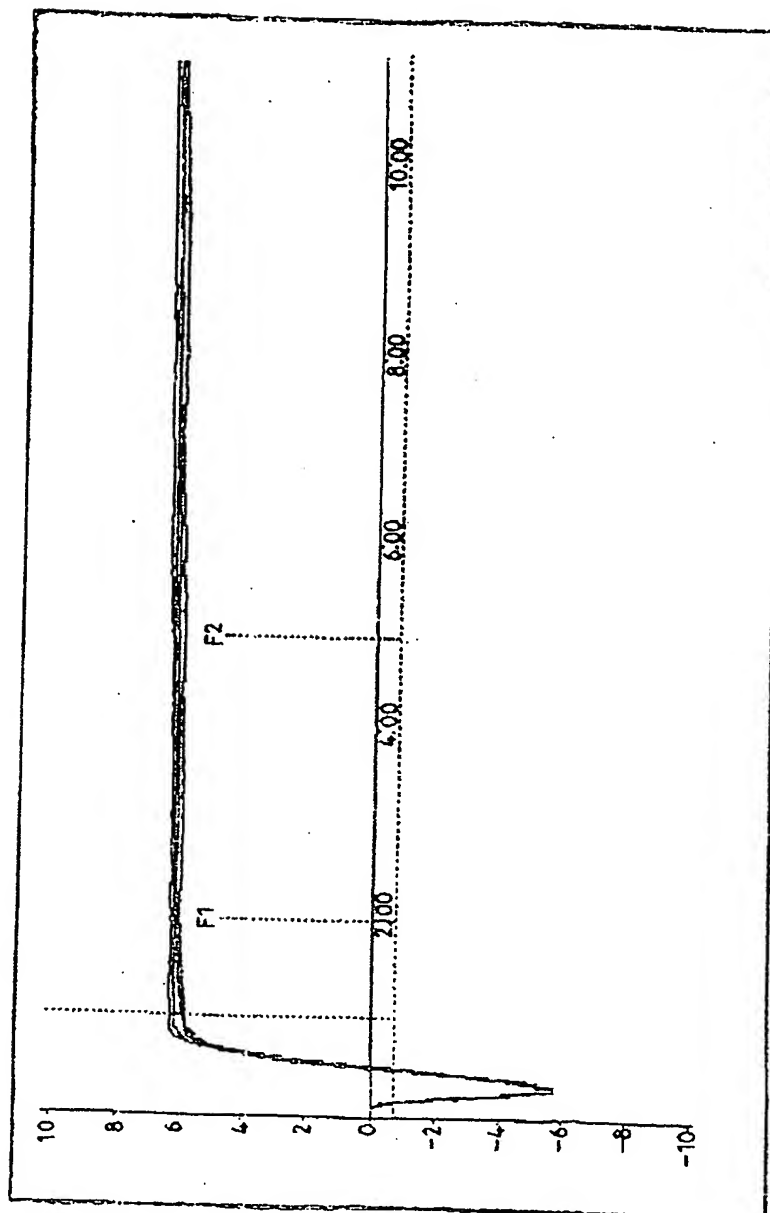
【0042】本発明の上記鉛無含有はんだ合金は、当業者ではよく知られている一般的な加熱技術によって、主要な成分を溶融状態で調製することができる。また、この合金は、ペースト、パウダー、棒、そして、ワイヤー等の様々な物理的形狀において、或いは、還元炉ではんだ付け、ウェーブ機械ではんだ付け、そして、手動ではんだ付け等の如何なるはんだ付け工程において、或いは、様々な接合や被覆技術等の如何なる製造分野においても、利用されることが可能である。

【0043】本発明はその好適実施例に関して説明されたが、その変形や改良は当業者に明らかであることが理解されるであろう。前述の開示が、本発明の範囲を限定する意図はなく、また、そのように解釈されるべきでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 235°CにおけるCuクーポン上のはんだ合金82.3%Sn0.5%Cu3%Ag2.2%Bi12%Inの濡れ力(mN)と濡れ時間の関係を示すグラフ。

【図1】



フロントページの続き

(71)出願人 596174101

シンガポール・アサヒ・ケミカル・アン
ド・ソルダー・インダストリーズ・ピーテ
ィーイー・リミテッド

Singapore Asahi Che
mical & Solder Indu
stires Pte. Ltd.

シンガポール国 2260 バンダン・ロード
47

(72)発明者 ジェニー・エス・ファン

アメリカ合衆国オハイオ州44022、モアラ
ンド・ヒルズ、スリー・ケーブルノール・
レーン（番地なし）

(72)発明者 ゼンフェン・グオ

アメリカ合衆国オハイオ州44139、ソロン、
ビー3、パーク・イースト・ドライブ
34300

Fターム(参考) 5E319 AC01 BB01 BB08 BB10